

Список литературы

1. Оконский И. С., Осокин А. А., Федюков Ю. С. Процессы и аппараты кислородного и криогенного производства М. : Машиностроение, 1985. 256 с.
2. Глизманенко Д. Л. Получение кислорода / 5-е изд., перераб. и доп. М. : Химия, 1972. 752 с.
3. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. М. : Энергия, 1984. 416 с.
4. Метод теплового контроля для энергосберегающих технологий в металлургической промышленности / Хасанова Р.В. [и др.] // Энергосберегающие технологии в металлургической промышленности : материалы всероссийской молодежной конференции. М. : МИСИС, 2014. С. 184 –187.

УДК 621.3

Хасанова Р. О., Шарифуллина А. Р., Матвеев С. В., Картавец С. В.
Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова
matveev_s_@inbox.ru

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ СНИЖЕНИЯ РАСХОДОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В настоящее время порядка 500 млн. т стали выплавляется в дуговых сталеплавильных печах (ДСП) [1]. Для расплавления 1 т стали теоретически необходимо 1400 МДж тепловой энергии или 389 кВт·ч электрической, но в реальности потребляется около 750 кВт·ч/т [2].

С технологической точки зрения получаемая сталь из металлолома различных марок имеет низкое качество. Для выравнивания качества технологи-металлурги предложили вводить в ДСП некоторое количество жидкого чугуна с добавлением кислорода (рис. 1).

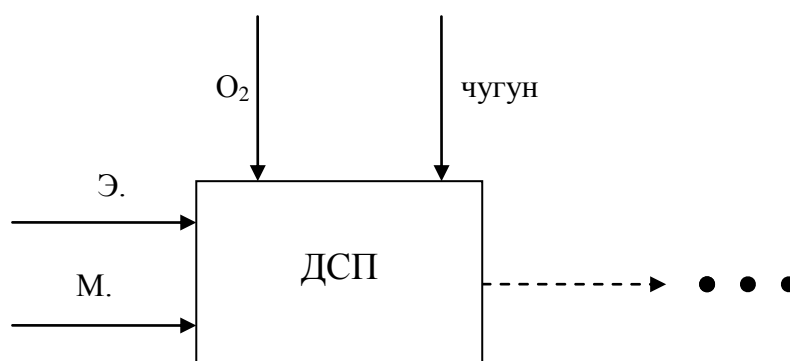


Рис. 1. Принципиальная схема входящих материальных (М.) и энергетических (Э.) потоков ДСП

Такое технологическое мероприятие позволило сократить потребление электроэнергии из внешних сетей. Электроэнергия, поступающая от ТЭС, ГРЭС, КЭС и т. п., транспортируется до ДСП со значительными потерями в электросетях (до 9 %), что приводит к ее удорожанию. Итак, введение в ДСП

чугуна с кислородом позволило технологам сократить количество потребляемой дорогой электроэнергии. Постепенно данное мероприятие указало направление по снижению потребляемой электроэнергии в ДСП. Обзор научно-технической литературы [3] позволил получить зависимость потребляемой электроэнергии ДСП от доли внесенного чугуна для различных металлургических предприятий России.

Зависимость потребления электроэнергии от доли внесенного чугуна для различных металлургических предприятий России

Предприятие	Расход	
	электроэнергии, кВт·ч/т	чугуна, кг/т
ММК	274,0	334,0
ЧерМК	293,3	310,5
Уральская сталь	265,8	428,6
ЕВРАЗ ЗСМК (промплощадка № 2)	432,5	229,6
ЧелМК	392,8	307,4
МЗ им. А.К. Серова	351,9	371,1
МЗ «Красный Октябрь»	470,0	1,6
Электросталь	790,4	6,7
Ижсталь	459,8	4,5
Златоустовский МЗ	869,1	4,6
СТЗ	468,5	9,4

На основе данных таблицы была построена зависимость снижения расхода электроэнергии от доли внесенного чугуна (рис. 2). Из рис. 2 видно, что при доле внесенного чугуна порядка 43 % количество электроэнергии, потребляемой ДСП, снизилось до 265,8 кВт·ч/т и имеет устойчивую тенденцию к снижению.

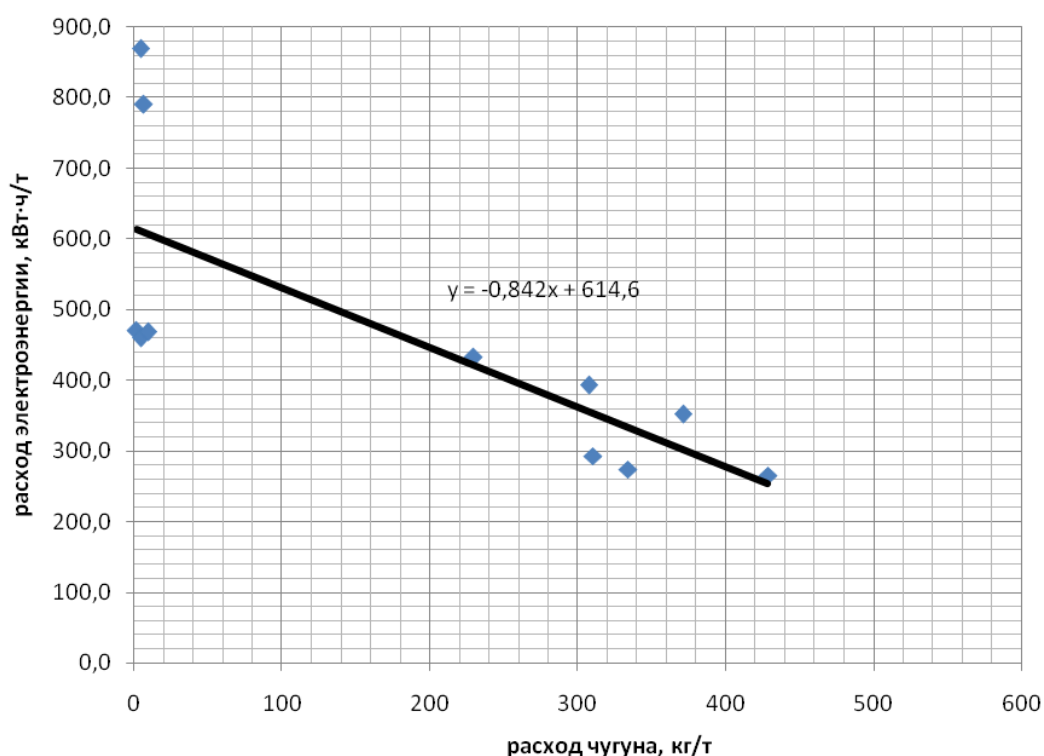


Рис. 2. Зависимость снижения расхода электроэнергии от доли внесенного чугуна

При такой организации процесса на выходе из ДСП получают жидкую сталь с температурой порядка 1600 °С (рис. 3).

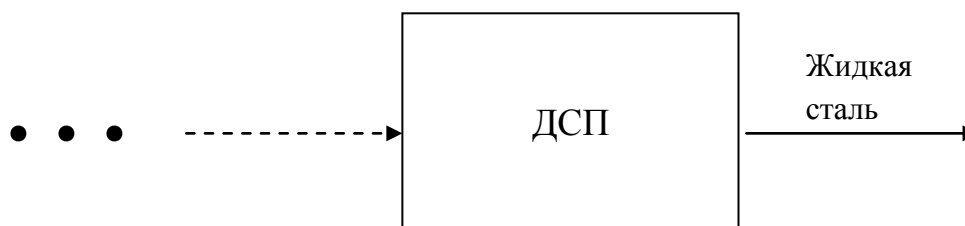


Рис. 3. Принципиальная схема исходящих материальных потоков ДСП

Каждая тонна содержит в себе 1400 МДж (389 кВт·ч, линия 1 на рис. 4) тепловой энергии, которая полностью отводится в окружающую среду с водой и воздухом на температурном уровне, не превышающем 100 °С в последующих переделах (разливка, прокатка). В более ранних работах были предприняты попытки использования тепловой энергии разливаемой стали [4] для генерации электроэнергии с применением жидкометаллических теплоносителей (ЖМТ) [5]. В результате с учетом КПД паротурбинного цикла порядка 40 % с каждой тонны разливаемой стали можно сгенерировать $389 \cdot 0,4 = 155$ кВт·ч (линия 2 на рис. 4) электроэнергии. Полученную электроэнергию можно направить обратно в ДСП.

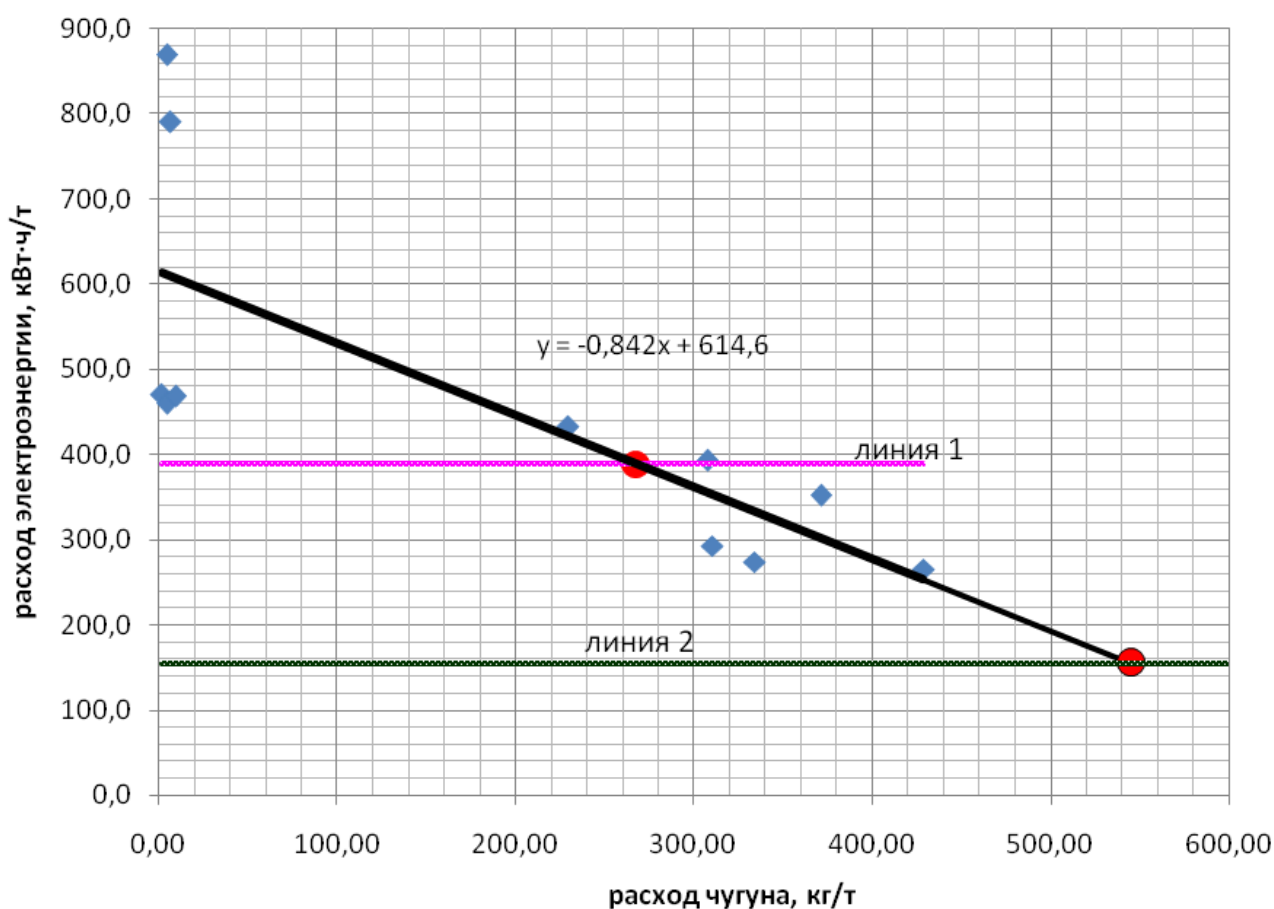


Рис. 4. Зависимость снижения расхода электроэнергии от доли внесенного чугуна

Таким образом, анализ данных по расходу электроэнергии в зависимости от доли внесенного чугуна для различных металлургических предприятий России выявил тенденцию к стремительному уменьшению потребления электроэнергии, приближающуюся к линии 2 (регенерируемой электроэнергии, полученной на теплоте жидкой стали после ДСП). Итак, при доле внесенного чугуна 55 % количество потребляемой электроэнергии для ДСП снижается до 155 кВт·ч/т, что позволяет полностью обеспечить это количество за счет теплоты жидкой стали, разливаемой после ДСП, и создать таким образом электросталеплавильный процесс без внешнего потребления электроэнергии.

Список литературы

1. World crude steel output increases by 6.8% in 2011 [Электронный ресурс]. URL: <http://worldsteel.org/media-centre/press-releases/2012/2011-world-crude-steel-production.html> (дата обращения: 23.10.2014).
2. Картавцев С. В. Интенсивное энергосбережение и технический прогресс черной металлургии. Магнитогорск : МГТУ, 2008. 311 с.
3. Строгонов К. В., Картавцев С. В. Жидкая сталь: использование теплоты и скоростная разливка. Магнитогорск : МГТУ, 2006. 147 с.
4. Теплота жидкой стали – источник электроэнергии для дуговых сталеплавильных печей. Энергосберегающие технологии в промышленности. Печные агрегаты. Экология. М. : МИСиС, 2014. С. 299–303.
5. Катунин В. В., Петракова Т. М. Основные показатели работы черной металлургии России в 2012 г. // Черная металлургия. 2013. № 4. С. 3–18.

УДК 662.95

Хомяков А. Л.
Вятский государственный университет (г. Киров)
20cent@inbox.ru

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ГАЗОВЫХ КОТЛАХ МАЛОЙ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Высокие темпы газификации регионов Российской Федерации делают все более доступным индивидуальное теплоснабжение потребителей в малых населенных пунктах. Наиболее эффективным и распространенным источником тепла в газифицированных районах является газовый водогрейный котел.

В настоящее время существует большое количество моделей газовых котлов, работающих по разным принципиальным схемам.

В котлах с открытой камерой сгорания (рис. 1) воздух, необходимый для горения топлива, забирается из помещения и удаляется в атмосферу с помощью тяги, создаваемой дымовой трубой. Недостатки этого способа вполне очевидны: увеличение расхода тепла на подогрев воздуха, необходимого для горения, устройство системы вентиляции для подачи воздуха в помещение, а также